

日本気象学会 2016年度藤原賞

受賞者：杉 正人（気象研究所）

業績：数値天気予報・長期予報の精度向上並びに気候・地球温暖化予測研究への諸貢献と推進

選定理由：

杉 正人氏はこれまで気象庁、防災科学技術研究所、海洋研究開発機構に在籍し、数値予報業務や長期予報業務などに従事し、気象・気候モデルの開発や、それらのモデルを用いた長期予報や地球温暖化予測に関する諸研究を行うとともに、WMO（世界気象機関）気候委員会や WCRP の CLIVAR（Climate and Ocean: Variability, Predictability and Change）の中で委員などを務めてきた。

杉氏は、1988年3月より開始した全球モデルによる週間予報業務の中で、そのために開発した全球モデルの放射過程の精度向上を図り、降水量予報精度を向上させ、数値予報業務に貢献した。これに関して、放射過程の計算に於ける $12.5\sim 18\mu\text{m}$ の水蒸気と二酸化炭素の赤外放射吸収帯のオーバーラップ効果の重要性を、後の地球温暖化に伴う台風に関する研究の中で自らが明確にした。その後、力学的長期予報や気候予測の可能性に関して潜在的長期・気候予測可能性を探る研究を行い、後の気象庁気候情報課における長期予報業務への本格的な力学的予測手法の導入を決断させる基礎的研究成果を挙げた。2007年度には全球数値予報モデルの開発とそれを用いた気候予測研究により、日本気象学会賞を受賞している

この研究と並行して、地球温暖化時の台風の動向に関する研究を開始したが、これは地球シミュレータの開発などによる計算機環境の改善に伴い、水平解像度 120km、60km、20km の全球モデルを用いたものから、最近では全球非静力学モデル NICAM を用いた 14km、7 km、3.5km によるものに至るまで 20 年を超えて研究が継続された。杉氏はこれらの研究を主導し、IPCC（Intergovernmental Panel on Climate Change）第一作業部会（WGI）の第5次評価報告書（AR5）における地球温暖化時の台風動向の記述に貢献する数多くの成果を挙げたことは高く評価される。

杉氏はまた気象庁気候情報課の課長在職中、これまでに自ら行ってきた長期予報の力学的予測に関する研究成果、それまでのエルニーニョ予報業務の成果や、その他大勢の関係者の関連研究成果に基づいて、既に力学手法が導入されていた1か月予報に加え、3か月予報、寒・暖候期予報にも力学的手法を導入し、全ての長期予報を力学モデルによる予測に基づくものに変更し、積年の課題であった長期予報の精度の安定化を図るとともに、確率予測情報としての長期予報の精度向上を図れるようにした。また、1979年～2004年までの25年間の気候再解析データ作成を目的として気象庁と(財)電力中央研究所とが共同して実施した JRA25 の立ち上げと推進にも貢献した。

文部科学省は 2002 年度より地球シミュレータを用いた大規模な気候

変動予測研究プロジェクト「人・自然・地球共生プロジェクト」を5年計画で立ち上げ、その後これを受け継いだプロジェクトが現在も続いているが、杉氏はこれらのプロジェクトの主目的である地球温暖化予測に関する研究に、温暖化時の台風動向研究の先駆者として加わり、プロジェクトの成功に貢献した。同時に、自らの研究テーマである温暖化時の台風の動向に関して、そのメカニズムも含めて解明し、結論を確固たるものとした。また、これらのプロジェクトと並行して2011年度に立ち上がった「HPCI (High Performance Computing Infrastructure) 戦略プログラム・分野3」にも中核メンバーとして参加し、上記のNICAMによる温暖化実験を主導している。最近では、結論をより確実なものとするために温暖化とは逆の寒冷化実験を行い、その目的を達成するとともに、氷期においても台風が存在していた可能性を具体的に示した研究として注目されている。

以上述べた研究活動や気象庁業務における諸貢献の他に、杉氏はWMOのRA (Regional Association) II気候作業部会長として世界各国における長期・気候予報業務の質の向上を図るための仕組みとして地域気候センター(RCC)の導入の決定(2004年)に尽力し、その結果2009年には気象庁においてRCCとしてのTCC (Tokyo Climate Center)が立ち上がっている。

以上の理由により、杉正人氏に日本気象学会藤原賞を贈呈するものである。

主な関連論文

- Sugi, M., K. Kuma, K. Tada, K. Tamiya, N. Hasegawa, T. Iwasaki, S. Yamada and T. Kitade, 1990: Description and performance of the JMA operational global spectral model (JMA-GSM88). *Geophys. Mag.*, 43, 105-130.
- Sugi, M., R. Kawamura and N. Sato, 1995a: The climate simulated by the JMA global model, Part 1: Global feature. *Rep. Natl. Res. Inst. Earth Sci. Disaster Prev.*, (54), 155-180.
- Sugi, M., R. D. Nair and N. Sato, 1995b: The climate simulated by the JMA global model, Part 2: Tropical precipitation. *Rep. Natl. Res. Inst. Earth Sci. Disaster Prev.*, (54), 181-197.
- Sugi, M., R. Kawamura and N. Sato, 1997: A study of SST-forced variability and potential predictability of seasonal mean fields using the JMA global model. *J. Meteor. Soc. Japan*, 75, 717-736.
- Sugi, M., A. Noda and N. Sato, 2002: Influence of the global warming on tropical cyclone climatology: An experiment with the JMA global model. *J. Meteor. Soc. Japan*, 80, 249-272.
- Geng, Q. and M. Sugi, 2003: Possible change of extratropical cyclone activity due to enhanced greenhouse gases and sulfate aerosols. - Study with a high-resolution AGCM. *J. Climate*, 16, 2262-2274.

- Sugi, M. and J. Yoshimura, 2004: A mechanism of tropical precipitation change due to CO₂ increase. *J. Climate*, 17, 238-243.
- Yoshimura, J. and M. Sugi, 2005: Tropical cyclone climatology in a high-resolution AGCM – Impacts of SST warming and CO₂ increase –. *SOLA*, 1, 133-136.
- Sugi, M., H. Murakami and J. Yoshimura, 2012: On the mechanism of tropical cyclone frequency changes due to global warming. *J. Meteor. Soc. Japan*, 90A, 397-408.
- Knutson, T. R., J. L. McBride, J. Chan, K. Emanuel, G. Holland, C. Landsea, I. Held, J. P. Kossin, A. K. Srivastava and M. Sugi, 2010: Tropical cyclones and climate change. *Nature Geosci.*, 3, 157-163.
- Murakami, H., Y. Wang, H. Yoshimura, R. Mizuta, M. Sugi, E. Shindo, Y. Adachi, S. Yukimoto, M. Hosaka, S. Kusunoki, T. Ose and A. Kitoh, 2012a: Future changes in tropical cyclone activity projected by the new high-resolution MRI-AGCM. *J. Climate*, 25, 3237-3260.
- Sugi, M. and J. Yoshimura, 2012: Decreasing trend of tropical cyclone frequency in 228-year high-resolution AGCM simulations. *Geophys. Res. Lett.*, 39, L19805, doi: 10.1029/2012GL053360.
- Sugi, M., K. Yoshida and H. Murakami, 2015: More tropical cyclones in a cooler climate?. *Geophys. Res. Lett.*, 42, 6780-6784, doi:10.1002/2015GL064929.

受賞者：津田敏隆（京都大学生存圏研究所）

業績：電波リモートセンシング技術による大気擾乱の観測的研究

選定理由：

津田敏隆氏は、過去 30 年以上にわたり、電波リモートセンシング技術による大気擾乱の研究を実行し、また関連するプロジェクトを主導してきた。1970 年代末から 1980 年代初めにかけては、京都大学の流星レーダーや VHF 帯レーダーを用いて中間圏から下部熱圏の大気潮汐、2 日周期自由振動、内部重力波などの大気波動の実態を明らかにした。中間圏から下部熱圏はラジオゾンデは届かない領域であり、観測は困難であった。流星レーダーは中間圏から下部熱圏の貴重な観測手段として当時すでに知られていたが、津田氏は電気工学専攻の経験のもとで、比較的小型の流星レーダーの開発に従事するとともに、観測データの解析を行った。津田氏はこれにより 1994 年度の日本気象学会堀内基金奨励賞を受賞している。

その後も高層大気中の重力波の実態について VHF 帯レーダーである信楽の MU レーダーや高分解能ラジオゾンデを使って観測的研究を続けた。内部重力波が高層大気の風のドラッグとして働くことは理論的に知られていたが、そのドラッグの量的な評価を行うには観測データが必要である。しかしこのような観測的研究は少なかった。津田氏らが観測から推定した重力波の飽和スペクトル（1）は、今では教科書的に広く引用されている。重力波による運動量の鉛直輸送の季節性についての観測的研究（2）も広く知られている。赤道域は赤道重力波など中高緯度域とは異なった波動が卓越するが、その実態を高分解能ラジオゾンデを用いたキャンペーン観測により明らかにしている（3）（4）さらに重力波の活動と電離層の擾乱との関連など、重力波を介しての成層圏大気と超高層大気の下結合に関わる観測結果を提示している。

津田氏は並行して、電波技術による大気観測手法の開発の一環として電波音波併用レーダー（RASS）や境界層レーダーの開発、また赤道域の貴重な VHF レーダーとなっているインドネシアの赤道レーダーの開発などにも携わり、大気電波リモートセンシング技術の進展に大きく寄与した。

MU レーダーや赤道レーダーによる観測は 1 点観測であるが、津田氏は電波による大気リモートセンシングの開発と利用の実績のもとで、米国の精密測位衛星（GPS）の掩蔽法における電波遅延を用いた気温変動に着目し、大気重力波の分布を、観測の乏しい海洋上や赤道域を含めて全球的に調べ、その季節変化を明らかにした（5）。この研究の過程ではラジオゾンデ観測との比較による検証も行い、結果を確実なものとしている。この結果はモデルにおける重力波のパラメタリゼーションなども含めて、高層大気中の大気重力波のその後の研究の基礎となっている。また対流圏との関係においても、熱帯域の圏界面変動や、GPS の電波遅延には水蒸気の影響があることを使っての対流圏の可降水量の見積もり、

3次元水蒸気トモグラフィなどのいわゆるGNSS気象学の発展にも中心的な役割を果たした。これらの功績により2003年度の日本気象学会学会賞を受賞している。

津田氏は、自身の研究とともに、MUレーダーまたインドネシアの赤道レーダーのプロジェクトに深く関与し、プロジェクトを推進している。またGPS掩蔽法の開発プロジェクトを主導し、多くの成果を挙げている。

以上のように、津田氏は長年にわたり大気の電波リモートセンシング技術の開発とそれによる大気の観測的研究において、多大な成果を挙げている。電波工学研究と大気研究の両方を融合させて一つの分野にまで発展させていることは特筆に値する。さらにこの分野において多くのプロジェクトを主導するとともに、大学において数多くの若手研究者を育成してきた。

以上の理由により、津田敏隆氏に2016年度日本気象学会藤原賞を贈呈するものである。

主な関連論文

- Tsuda, T. et al., 1989: MST radar observations of a saturated gravity wave spectrum. *J. Atmos. Sci.*, 46, 2440-2447.
- Tsuda, T. et al., 1990: Seasonal variation of momentum flux in the mesosphere observed with the MU radar. *Geophys. Res. Lett.*, 17, 725-728.
- Tsuda, T. et al., 1994: Radiosonde observations of equatorial atmosphere dynamics over Indonesia: 1. Equatorial waves and diurnal tides. *J. Geophys. Res.*, 99, 10491-10505.
- Tsuda, T. et al., 1994: Radiosonde observations of equatorial atmosphere dynamics over Indonesia: 2. Characteristics of gravity waves. *J. Geophys. Res.*, 99, 10507-10516.
- Tsuda, T., M. Nishida, C. Rocken and R. H. Ware, 2000: A global morphology of gravity wave activity in the stratosphere revealed by the GPS occultation data (GPS/MET). *J. Geophys. Res.*, 105, 7257-7273.